



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000241763 A**(43) Date of publication of application: **08.09.00**(51) Int. Cl. **G02B 27/28**(21) Application number: **11046523**(22) Date of filing: **24.02.99**(71) Applicant: **TOKIN CORP KAWAKAMI
SHOJIRO**(72) Inventor: **HONMA HIROSHI
MASUMOTO TOSHIAKI
TSUCHIYA HARUHIKO
KAWAKAMI SHOJIRO**(54) **OPTICAL ISOLATOR**

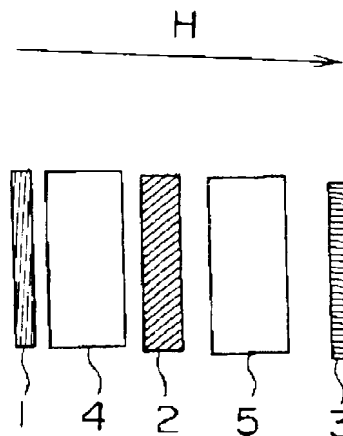
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an inexpensive optical isolator which can be easily produced and which can keep the characteristics of a conventional isolator.

SOLUTION: This optical isolator consists of a reflective polarizer 1, 45° Faraday rotator 4, absorptive polarizer 2, 45° Faraday rotator 5 and reflective polarizer 3, each in a parallel plate form, arranged in this order as tilted from the optical axis of the incident light. The reflective polarizer 1 and absorptive polarizer 2, and the absorptive polarizer 2 and reflective polarizer 3 are disposed with the respective transmission polarizing direction making a 45° angle from each other. A magnetic field H is applied along the propagation direction of incident light to the 45° Faraday rotators 4, 5. Each of the reflective polarizers 1, 3 consists of a photonic crystal which does not require polishing and can be produced at a low cost. The absorptive polarizer 2 consists of a multilayered film with a semiconductor interposed between dielectric layers. Each of the 45° Faraday rotators 4, 5 consists of a hard magnetic

garnet thick film showing a square hysteresis curve.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO



(11)特許出願公開番号

特開2000-241763

(P2000-241763A)

(43)公開日 平成12年9月8日(2000.9.8)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

FI

テーマコード* (参考)

G 0 2 B 27/28

G 0 2 B 27/28

A 2H099

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平11-46523

(71)出願人 000134257

株式会社トーキン

(22) 出願日 平成11年2月24日(1999.2.24)

宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号

(71)出願人 391006566

川上 彰二郎

宮城県仙台市若林区土樋236番地 愛宕橘

マンションファラオC-09

(72) 発明者 本間 洋

宮城県仙台市太白区郡山六丁目7番1号

株式会社トーキン内

(74) 代理人 100071272

弁理士 後藤 洋介 (外2名)

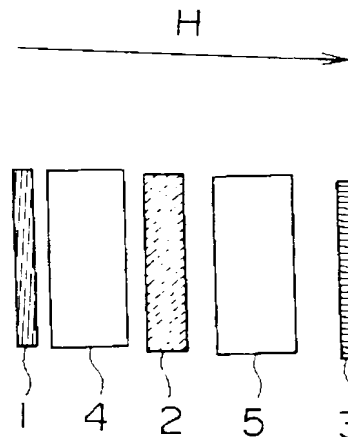
[最終頁に続く](#)

(54) 【発明の名称】 光アイソレータ

(57) 【要約】

【課題】 既存のアイソレート特性を保持できると共に、製造が容易で低価格な光アイソレートを提供すること。

【船舶手段】 この光ファイバ１～５は、それぞれ平行平面の反射型偏光子１、４、５度々が同一回転子４、吸収型偏光子２、４、５度々が同一回転子５、及び反射型偏光子３をこの順に入射光の光軸、に対して順次で配備して構成されるように、反射型偏光子１及び吸収型偏光子２と吸収型偏光子２及び反射型偏光子３とはそれぞれ透過偏光方向が互いに４５度の角度を成すように設定され、回転子４、５には入射光の進行方向に沿った境界面が附加される。反射型偏光子１、３は研磨が不要で容易、そして安価に製造可能な石英、ガラス、水晶等の板状、吸収型偏光子２は石英板に誘電体薄膜を構造的多層膜として形成、回転子４、５は角形石英板にスライスされる導電性金属の薄膜を構造して形成



【特許請求の範囲】

【請求項1】 それぞれ平行平板の第1の偏光子、第1の45度フアラギー回転子、第2の偏光子、第2の45度フアラギー回転子、及び第3の偏光子をこの順に配備固定して成ることを、該第1の偏光子、該第2の偏光子、及び該第3の偏光子のうちの少なくとも1つのものが反射型偏光子であり、残りのものが吸収型偏光子であること特徴とする光アイソレータ。

【請求項2】 請求項1記載の光アイソレータにおいて、前記反射型偏光子はボネトニックス結晶から成ることを特徴とする光アイソレータ。

【請求項3】 請求項1記載の光アイソレータにおいて、前記反射型偏光子はポリマー多層膜から成ることを特徴とする光アイソレータ。

【請求項4】 請求項1～3の何れか一つに記載の光アイソレータにおいて、前記第1の45度フアラギー回転子及び前記第2の45度フアラギー回転子には、角形ヒスカーブを持つ硬磁性ガーネットが用いられたことを特徴とする光アイソレータ。

【請求項5】 請求項1～3の何れか一つに記載の光アイソレータにおいて、フェルリル付き光ファイバが付設されたことを特徴とする光アイソレータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、主として光通信機器や光情報処理機器等に用いられると共に、入射光を一方方向にのみ透過させ、逆方向には遮断する光学素子である光アイソレータに関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に、光アイソレータは、例えば2枚の偏光子と磁界が印加されるフアラギー回転子とを組み合わせて構成されている。実用化されている光アイソレータの場合、偏光子の材料には、複屈折単結晶フリズム、金属粒子を含むガラス偏光子、誘電体及び金属による複合多層膜等が用いられている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上述した既存の光アイソレータの場合、偏光子の材料が高価である上、偏光子の製造に際して切断や研磨等の加工工程を要するため、このため要因によって製造コストを低減化することが困難になっており、結果として光アイソレータ全体の価格が高価な物になってしまっている問題（実際は偏光子の製造コストが光アイソレータ全体の製造コストの約50%以上を占めることが多い）がある。

【0004】 本発明は、このような問題点を解決するためになされたもので、その技術的課題は、既存の光アイソレータの性能を保持すると共に、製造を容易で低価格な光アイソレータを提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明によれば、光アイ

ソレータが第1の偏光子、第1の45度フアラギー回転子、第2の偏光子、第2の45度フアラギー回転子、及び第3の偏光子をこの順に配備固定して成ると共に、該第1の偏光子、該第2の偏光子、及び該第3の偏光子のうちの少なくとも1つのものが反射型偏光子であり、残りのものが吸収型偏光子である光アイソレータが得られる。

【0006】 この光アイソレータにおいて、反射型偏光子はボネトニックス結晶から成ることで、或いはポリマー多層膜から成ることは好ましい。

【0007】 又、本発明によれば、上記何れか一つの光アイソレータにおいて、第1の45度フアラギー回転子及び第2の45度フアラギー回転子には、角形ヒスカーブを持つ硬磁性ガーネットが用いられた光アイソレータが得られる。

【0008】 更に、本発明によれば、上記何れか一つの光アイソレータにおいて、フェルリル付き光ファイバが付設された光アイソレータが得られる。

【0009】

【発明の実施の形態】 以下に幾つかの実施例を挙げ、本発明の光アイソレータについて、図面を参照して詳細に説明する。

【0010】 図1は、本発明の実施例1に係る光アイソレータの基本構成を示した側面図である。この光アイソレータは、それぞれ平行平板の反射型偏光子1、45度フアラギー回転子4、吸収型偏光子2、45度フアラギー回転子5、及び反射型偏光子3をこの順に入射光の光軸に対して傾けて配備して構成されるもので、反射型偏光子1及び吸収型偏光子2と吸収型偏光子2及び反射型偏光子3とはそれぞれ透過偏光方向が互いに45度の角度を成すように設定され、45度フアラギー回転子4、5には入射光の進行方向に沿った磁界Hが印加される。

【0011】 このうち、反射型偏光子1、3はボネトニックス結晶から成り、吸収型偏光子2は半導体を誘電体で挟んだ構造の多層膜から成り、45度フアラギー回転子4、5は角形ヒスカーブを持つ硬磁性ガーネットであるEu_{0.6}Ho_{0.4}Fe_{0.8}Ga_{0.2}O₁₂ガーネット薄膜から成る。

【0012】 ここで、反射型偏光子1、3に用いられるボネトニックス結晶は、屈折率の異方性構造によりボネトニックス効果が生ずる物体として知られており、特に又はそれを利用した透明な2種類の物質から成る2次元的な周期構造を構想されており、このボネトニックス結晶を適切に設計すれば、同一波長で成る方向の偏光成分はボネトニックス効果によって大きくボネトニックス結晶内に存在し得る（反射）、異なる垂直な方向の偏光成分はボネトニックス効果によって大きく透過される（透過）。

【0013】 このボネトニックス効果を利用した反射型

は、2種類の材質が層状堆積が2倍以上ある要であるが、ここで、半導体でなく水素化ガリウム（Ga）
 (a-Si:H:膜厚率3.4)とSiO₂（膜厚率1.44）との組み合わせを用いるものとする。アモルファス結晶による反射型偏光子1,3を内装する場合、SiO₂基板で溝を形成し、そのSiO₂基板上に溝の形が保存されるように水素化ガリウム（Ga）によって水素化ガリウム（Ga）とSiO₂とを交互に積層すれば良い。

【0014】このアモルファス結晶による反射型偏光子1,3は、容易に製造可能であり、しかも大面積で構成可能であると共に、研磨が不要であることによって製造コストを安価にできると、耐環境特性に優れることが特徴となっている。

【0015】図2は、この光アイソレータにおける透過光の光路を説明するために示した各光学素子の側面図であり、同図(a)は順方向の入射光に関するもの、同図(b)は逆方向の入射光に関するものである。尚、図2(a)並びに図2(b)中の各光学素子の位置に示される双方向の矢印は、各光学素子における入射光の偏光分離の方向を示すものである。

【0016】先ず、図2(a)を参照すれば、順方向の入射光の場合、右向き直線状太線矢印で示される光路に沿った入射光が反射型偏光子1に入射した後、そのまま光路に沿って反射型偏光子1、45度フアラデー回転子4、吸収型偏光子2、45度フアラデー回転子5、及び反射型偏光子3を透過してから出射する。

【0017】次に、図2(b)を参照すれば、逆方向の入射光の場合、左向き直線状太線矢印で示される光路に沿った入射光が反射型偏光子3に入射する際、一部が斜め右向き細線矢印で示される光路に沿って反射し、他部が左向き細線矢印で示される光路に沿って反射型偏光子3及び45度フアラデー回転子5を透過して吸収型偏光子2に入射する。このとき、吸収型偏光子2に入射する光の偏光方向は反射型偏光子3の透過方向から45度回転しており、吸収型偏光子2に入射する光は大部分が吸収される。

【0018】又、吸収型偏光子2で吸収し切れなかった光は、左向き細線矢印で示される光路に沿って吸収型偏光子2及び45度フアラデー回転子4を透過して反射型偏光子1に入射する。このとき、反射型偏光子1に入射する光の偏光方向は吸収型偏光子2の透過方向から45度回転して45度、反射型偏光子1に入射する光は反射型偏光子1で斜め右向き細線矢印で示される光路に沿って反射する。

【0019】更、反射型偏光子1で反射した光は、45度フアラデー回転子4を透過して吸収型偏光子2に入射する。吸収型偏光子2に入射する光の偏光方向は反射型偏光子1の透過方向から45度回転しており、吸収型偏光子2に入射する光は吸収される。

【0020】以上より、この光アイソレータの場合、逆方向の入射光は如何なる偏光成分も吸収されるため、既存のものと同程度のアモルファス特性（挿入損失及び逆方向損失）を保持して光アイソレータとしての基本機能が得られる。特に、この光アイソレータの場合、一般的な2段型構成の場合と同様な理由でフアラデー回転角の温度特性や波長特性によるアモルファス特性の劣化が改善することが可能である。結果として、中心波長で500nmのアモルファス回、波長範囲は30nmにおいてアモルファス回350nmが実現される。又、この光アイソレータの場合、反射型偏光子1,3の間に決められるように配備された45度フアラデー回転子4,5間に吸収型偏光子2が配備された構成であるため、順方向入射光の直線偏光の度合いが悪い場合でも戻り光が発生せず、これによって一世代サイードの直近に配設する場合に適用となる。

【0021】図3は、本発明の実施例2に係る光アイソレータの基本構成を示した側面図である。この光アイソレータは、それぞれ平行平板の吸収型偏光子6,45度フアラデー回転子4、反射型偏光子7、45度フアラデー回転子5、及び吸収型偏光子8をこの順で入射光の光軸に対して傾けて配備して構成されるもので、吸収型偏光子6及び反射型偏光子7と反射型偏光子7及び吸収型偏光子8とはそれぞれの透過偏光方向が互いに45度角度を成すように設定され、45度フアラデー回転子4,5には入射光の進行方向に沿った磁界Hが印加される。

【0022】このうち、吸収型偏光子6,8は半導体を誘電体で挟んだ構造の多層膜から成り、反射型偏光子7はホリヤー多層膜から成り、45度フアラデー回転子4,5は角形ホリヤーリネスケープを持つ硬磁性ガーネットであるEu_{0.5}Ho_{0.1}Fe_{0.4}Ga_{0.8}O₁₂ガーネット厚膜から成る。

【0023】ここで、反射型偏光子7に用いられるホリヤー多層膜は、複屈折を持つフィルムを100層程度積層したものであり、特定の方向の偏光成分に対して透過し、それに対して垂直な方向の偏光成分に対しては反射するように動作する。

【0024】このホリヤー多層膜による反射型偏光子7は、ホリヤーを積層するだけで容易に製造可能であり、しかも大面積で構成可能であると共に、研磨が不要であることによって製造コストを安価にできる。

【0025】図4は、この光アイソレータにおける透過光の光路を説明するために示した各光学素子の側面図であり、同図(a)は順方向の入射光に関するもの、同図(b)は逆方向の入射光に関するものである。尚、図4(a)並びに図4(b)中の各光学素子の位置に示される双方向の矢印は、各光学素子における入射光の偏光分離の方向を示すものである。

【0026】先ず、図4(a)を参照すれば、順方向の

入射光の場合、右向き直線矢印で示される光路に沿った入射光が吸収型偏光子6に入射した後、そのまま光路に沿って吸収型偏光子6、45度ワッシャ一回転子4、反射型偏光子7、45度ワッシャ一回転子5、及び吸収型偏光子8を透過して前方に出射する。

【0027】次に、図4(b)を参照すれば、逆方向の入射光の場合、左向き直線矢印で示される光路に沿った入射光が吸収型偏光子8に入射する際、一部が吸収され、他部分が向き細線矢印で示される光路に沿って吸収型偏光子8及び45度ワッシャ一回転子5を透過して反射型偏光子7に入射する。このとき、反射型偏光子7に入射する光の偏光方向は吸収型偏光子8の透過方向から45度回転しており、反射型偏光子7に入射する光は大部分が斜め右向き直線矢印で示される光路に沿って反射する。

【0028】又、反射型偏光子7で反射した光は45度ワッシャ一回転子5を透過して吸収型偏光子8に入射する。このとき、吸収型偏光子8に入射する光の偏光方向は吸収型偏光子8の透過方向から90度回転しており、吸収型偏光子8に入射する光は吸収される。

【0029】更に、反射型偏光子7で反射し切れなかった光は左向き点線矢印で示される光路に沿って反射型偏光子7及び45度ワッシャ一回転子4を透過して吸収型偏光子6に入射する。このとき、吸収型偏光子6に入射する光の偏光方向は反射型偏光子7の透過方向から45度回転しているため、吸収型偏光子6に入射する光は吸収される。

【0030】このように、この光アイソレータの場合も、逆方向の入射光が如何なる偏光成分も吸収又は反射されるため、既存のものと同程度のアイソレータ特性（挿入損失及び逆方向損失）を保持して光アイソレータとしての基本機能が得られる。特に、この光アイソレータの場合も、一般的な二段型構成の場合と同様な理由でワッシャ一回転角の温度特性や波長特性によるアイソレーションの劣化を改善することが可能である。結果として、中心波長で50dBのアイソレーションと、波長範囲±30nmにおいてアイソレーション35dBが実現される。又、この光アイソレータの場合も、吸収型偏光子6、8に挟まれるように配備された45度ワッシャ一回転子4、5間に反射型偏光子7が配備された構成であるため、前方の入射光の直線偏光度合いが悪い場合でも反射光が発生せず、これによって1-ポートタイプで直近に配設する場合に適用となる。

【0031】図5は、実施例2の光アイソレータを用いた光学系装置の局部構成を示した側面断面図である。

【0032】この光学系装置は、1-ポートタイプ11、集光レンズ12、光アイソレータ13、及び光ファイバ14からなり、直列に配備して成る。この光学系装置において、1-ポートタイプ11は、図1(a)の集光レンズ12の反対側の端面に光アイソレータ13が配設する位置

に、光アイソレータ13のファイバコネクタ径を小さくするなどが可能であるが、この場合は光アイソレータを含む光アイソレータ全体が小型化を具現させ、結果として製品コストの削減化が可能にする。集光レンズ12によりビームが最も絞られる位置は、光ファイバ14のフェルレーを有するものにすればフェルレー端面であり、このフェルレー端面の直前位置に光アイソレータ13を配設することが有効となる。

【0033】この光学系装置の場合、光アイソレータ全体に設けられる傾きは4度であり、この4度の傾きが反射減衰量を確保するために有効となる。又、光ファイバ14がフェルレーを有する場合には、フェルレー端面をキヤビタリヤを基準にして6、5度傾きを持たねば同様に反射減衰量の確保は効果的となる。結果として、こうした条件を満たせば、反射減衰量55dB以上を具現できる。因には、このような光学系装置の構成は、図1に示した光アイソレータを対象にしても同様に適用できる。

【0034】図6は、この光アイソレータ13をホルダ15を用いてフェルレー付き光ファイバ18に接合した光学系装置の局部構成を示した側面断面図である。

【0035】この光学系装置では、ホルダ15の一方側にマグネット16を接着固定した上でマグネット16内に光アイソレータ13が非接触状態で収納されるように光アイソレータ13を接着固定すると共に、ホルダ15の他方側に上述したフェルレー端面17を有するフェルレー付き光ファイバ18をYAG溶接で接合固定することにより、フェルレー付き光ファイバ18及び光アイソレータ13を一体化した構成としている。因には、このような光学系装置の局部構成は、図1に示した光アイソレータを対象にしても同様に適用できる。

【0036】

【発明の効果】以上に述べた通り、本発明の光アイソレータによれば、それぞれ両行平板の第1の偏光子、第1の45度ワッシャ一回転子、第2の偏光子、第2の45度ワッシャ一回転子、及び第3の偏光子をこの順に配備固定して成る基本構成において、第1の偏光子、第2の偏光子、及び第3の偏光子のうち少なくとも1つのものを反射型偏光子、残り2つを吸収型偏光子とすると共に、反射型偏光子を容易に製造可能な、比表面积で構成可能である、しかも研磨が不要であることにより製造コストを安価にできるポロニック結晶又はその単一多層膜が形成可能なこととしている。光アイソレータ全体が既存のアイソレータ特性（挿入損失及び逆方向損失）を保持しつつ、従来の二段型に製造が容易な、又最も可能な低価格を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1、構成光アイソレータの局部構成を示した側面断面図である。

【図2】図1に示した光アイソレータの第1の直線偏光鏡、説明した向きで示した光アイソレータの側面図である。

(a)は直方向の入射光に関するもので、(b)は逆方向の入射光に関するものである。

【図3】本発明の実施例2に係る光アイソレータの基本構成を示した側面図である。

【図4】図3に示す光アイソレータにおける透過光の経路を説明するため、示した各光学素子の側面図であり、

(a)は直方向の入射光に関するもので、(b)は逆方向の入射光に関するものである。

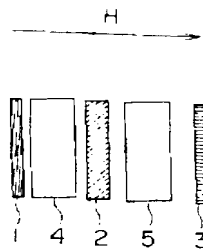
【図5】図3に示す光アイソレータを用いた光学系装置の基本構成を示した側面図である。

【図6】図3に示す光アイソレータをホルダを用いてフェルレー付き光ファイバに結合した光学系装置の局部構成を示した側面断面図である。

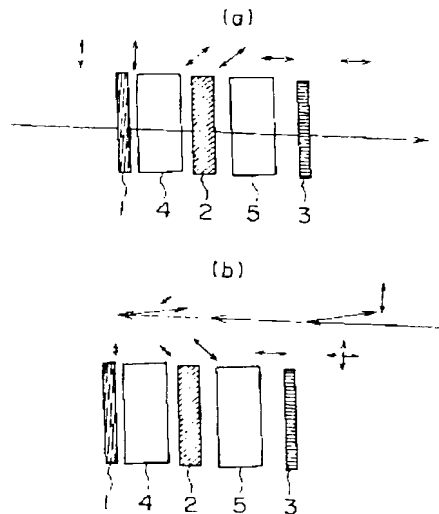
【符号の説明】

- 1、3、7 反射型偏光子
- 2、6、8 吸収型偏光子
- 4、5 45度フーバー回折子
- 11 入射窓サード
- 12 集光レンズ
- 13 光アイソレータ
- 14 光ファイバ
- 15 ホルダ
- 16 マグネット
- 17 フェルレー端面
- 18 フェルレー付き光ファイバ
- H 磁界

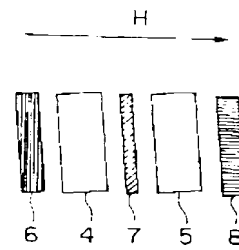
【図1】



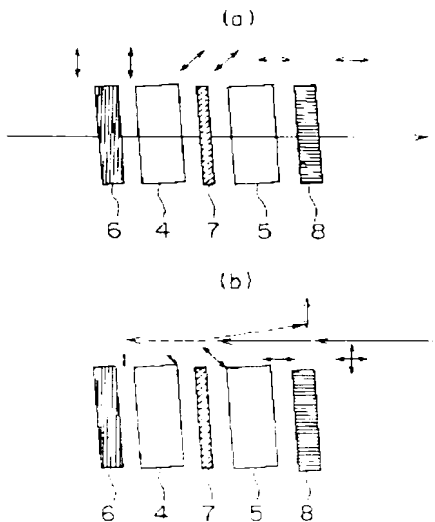
【図2】



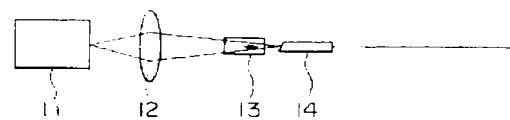
【図3】



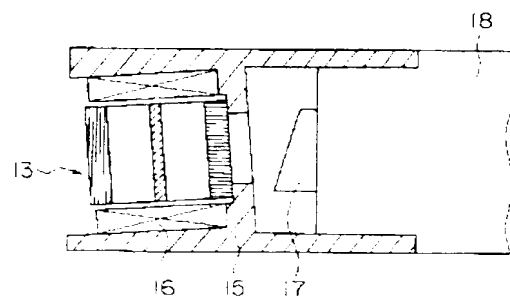
【図4】



【図5】



【図6】



特許出願書類の経過

(7) 発明者 増本 敏昭

宮城県仙台市太白区郡山六丁目7番1号
株式会社トキエコー内

(7) 発明者 吉屋 治郎

宮城県仙台市太白区郡山六丁目7番1号
株式会社トキエコー内

(7) 発明者 馬場 彰三郎

宮城県仙台市若林区土樋26番地 愛宕橋
マシニングシステムセンター09

備考(参考) 2H099 AA01 BA02 CA05 DA05